©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

A. MaB-6-Projekt Obergurgl: Vegetationsanalyse der alpinen Grasheide

Projektleiter Prof. Dr. Herbert Reisigl

Zur Phänologie von Leitpflanzen des Krummseggenrasens und der Schneebodenvegetation

Von H. Hofer und H. Reisigl

Moderne Vegetationsforschung begnügt sich nicht mit der bloßen Beschreibung, Umgrenzung und Benennung von Pflanzengemeinschaften, sondern sucht ihre vielfältigen Beziehungen zur unbelebten und belebten Umwelt (Klima, Boden, pflanzliche und tierische Mitbewohner) aufzuhellen und in einen kausalen Zusammenhang zu bringen. Im Rahmen solcher umfassender Betrachtungsweisen erlangt eine verfeinerte Analyse der Raum- und Zeitbeziehungen (Struktur und Dynamik) der Vegetation — hier als Phänologie im weitesten Sinn bezeichnet — zunehmende Bedeutung.

Als erste Vorarbeit für die genaue Fassung der oberalpinen Sauerbodenrasen (*Caricetum curvulae* oder „*Curvuletum*") begann H. Hofer im Frühsommer 1974 mit Untersuchungen über jahreszeitlich bedingte Entwicklungsabläufe („Seasonality") bei je zwei bezeichnenden Vertretern des *Curvuletums* (*Carex curvula* und *Tanacetum alpinum*) und des Krautweiden-Schneebodens (*Salix herbacea* und *Gnaphalium supinum*) zunächst im Gebiet der Dresdner Hütte (Stubaier Alpen), später in einem Versuchsareal des MaB-6-Gesamtvorhabens Obergurgl auf der Hohen Mut (2560 m). Eine genaue Beschreibung des Versuchsfeldes wird an anderer Stelle erfolgen.

Entnahmetermin	20. 7. 1974	2. 8. 1974	12. 8. 1974	1. 9. 1974
Carex curvula	ohneBlüte	Vollblüte	mit Frucht	ohne Frucht
Tanacetum alpinum	junger Trieb	Vollblüte	Beginn d. Frucht	ohne Samen
Salix herbacea	Blütenknospen brechen auf	blühend	Beginn d. Frucht	Samen teilw. noch vorhanden
Gnaphalium supinum	sehr junger Trieb	mit Knospen	mit Knospen	verblüht

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Methodik

Die Pflanzen wurden an Ort und Stelle genau beobachtet und ihr Zustand beschrieben. Dann wurden Ziegel ausgestochen und zur weiteren Verarbeitung in das Botanische Institut nach Innsbruck gebracht. Zuerst (1) wurden alle Organe der vier Versuchspflanzen qualitativ auf die Verteilung von Stärke getestet (JJK-Färbung). Sodann (2) wurden die Pflanzen sauber ausgewaschen, getrennt nach ober- und unterirdischen Teilen im frischen Zustand gewogen sowie in der Folge das Trockengewicht bestimmt. Die Verteilung der oberirdischen und unterirdischen Biomasse wurde als Verhältnis der Trockengewichte dargestellt (Abb. 2). Als letzter Indikator für den Entwicklungszustand wurden von allen Organen der Pflanzen von Hand Querschnitte angefertigt und gezeichnet. Dabei wurde besonders genau auf die Veränderungen der Wurzeln sowie auf eventuelle Anlagen neuer Laub- und Blütenknospen geachtet (3).

Ergebnisse

1. Stärkeverteilung (Abb. 1):

Gnaphalium supinum erwies sich an den ersten drei Entnahmeterminen als stärkefrei. Erst am 1. 9. konnte in der Wurzel (nur in der Endodermis) und im Sproß (sowohl im Rindenparenchym als auch in den sklerotisierten Zellen um die Gefäßbündel) Stärke nachgewiesen werden, während im Rhizom und in den Blättern keine Stärke zu finden war.

Salix herbacea speichert von allen vier untersuchten Pflanzen am meisten Stärke. Schon die eben austreibende Pflanze im Frühsommer (22. 7.) läßt in der Wurzel, im ober- wie im unterirdischen verholzten Stämmchen (im Rindenparenchym, aber auch im Markparenchym) einige mit Stärkekörnern gefüllte Zellen erkennen. Bei der letzten Kontrolle im Spätsommer (1. 9.) war der Großteil der Stärke aus der Wurzel abtransportiert (nur in der Endodermis und im Zentralzylinder befanden sich noch Reste), dafür waren die Holzstämmchen (Mark- wie Rindenzellen) nun mit Stärkekörnern gefüllt.

Tanacetum alpinum: An keinem der vier Entnahmetermine konnte Stärke nachgewiesen werden. Das vermutete Vorkommen anderer Polysaccharide als Speicherstoff soll im nächsten Jahr überprüft werden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

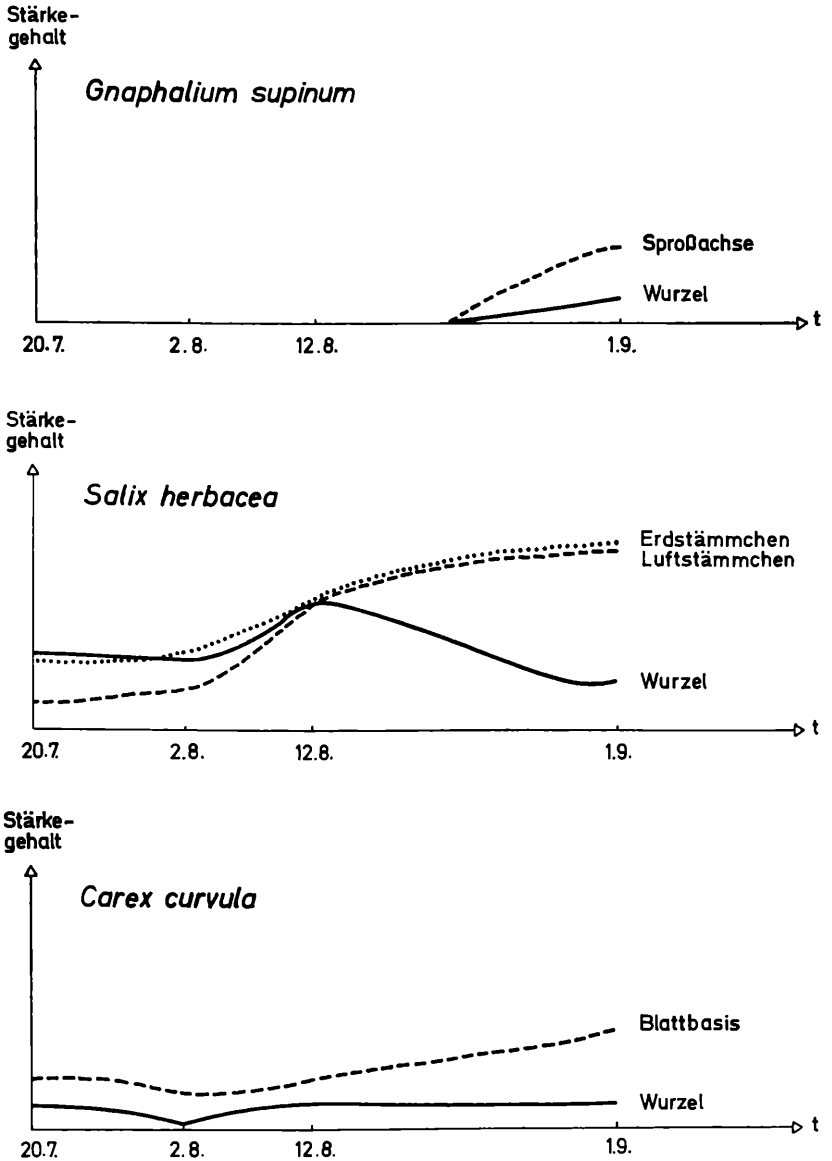

Abb. 1. Veränderungen der Stärkeverteilung zwischen oberirdischen und unterirdischen Organen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Carex curvula: Schon beim ersten Entnahmetermin waren in einigen Rindenzellen und in der Endodermis der Wurzel, an den späteren Terminen dann auch im Zentralzylinder, Stärkekörner vorhanden. Der bevorzugte Ort der Stärkespeicherung scheint jedoch die chlorophyllfreie Blattbasis zu sein. Sie enthielt immer mehr Stärke als die Wurzel und war am 1. 9. prall mit Stärkekörnern gefüllt.

2. Verhältnis des Trockengewichts der oberirdischen zu den unterirdischen Pflanzenorganen (Abb. 2)

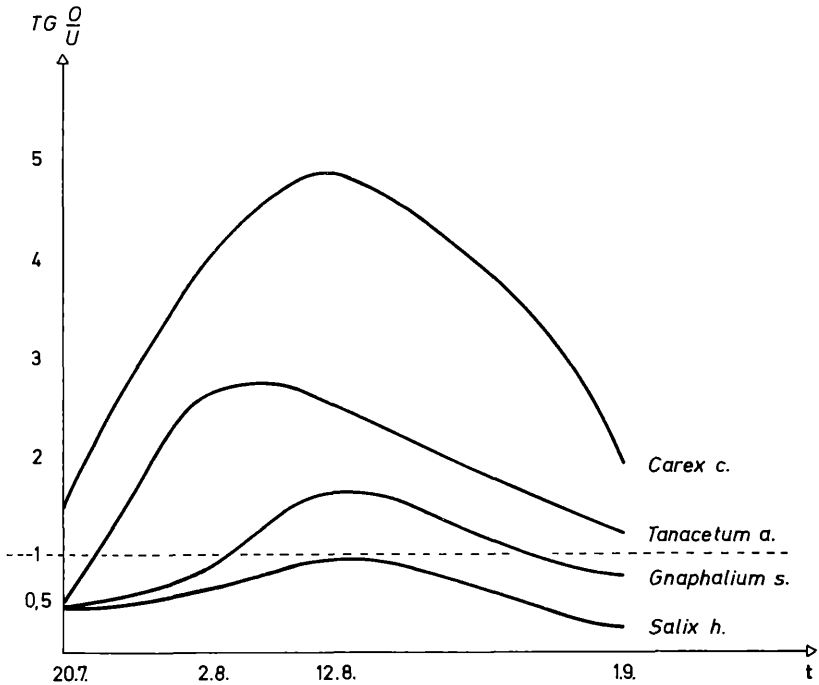

Abb. 2. Verhältnis der Trockengewichtsanteile oberirdischer zu unterirdischen Organen.

Bei allen vier untersuchten Pflanzen zeigte sich eine gleichsinnige Verschiebung des Trockengewicht-Verhältnisses oberirdisch zu unterirdisch im Verlauf der Vegetationsperiode. Im Frühsommer (Austrieb) überwiegt naturgemäß der unterirdische Anteil (Wurzel bzw. Rhizom). Sehr bald verschiebt sich das Ver-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

hältnis zugunsten der oberirdischen Blätter und Blüten mit einer Kulmination der Kurve um Mitte August und sinkt dann wieder ab, wobei v. a. bei den Schneebodenpflanzen *Salix herbacea* und *Gnaphalium supinum* im Herbst ganz klar die unterirdische Biomasse überwiegt, obwohl die oberirdischen Organe noch nicht abgestorben sind. Im einzelnen ergibt sich folgendes Bild:

Salix herbacea: Die Krautweide kriecht mit ihren Holzstämmchen knapp unter der Bodenoberfläche und treibt alljährlich kurze beblätterte Sprosse nach oben. Daher ist der unterirdische Anteil der Biomasse immer größer als der oberirdische. Am Höhepunkt der Produktionszeit ist das Verhältnis zwischen beiden Anteilen ausgeglichen 1:1, verschiebt sich dann aber wieder gegen den unterirdischen.

Gnaphalium supinum und *Tanacetum alpinum* verhalten sich gleichsinnig: am ersten Entnahmetermin waren oberirdisch nur 2—3 kleine Blätter entwickelt; die — unterirdische — Hauptmasse der Pflanze besteht aus der kräftigen Hauptwurzel und zahlreichen Nebenwurzeln. Sehr rasch entwickeln sich dann Blätter und Blüten, so daß die oberirdische Biomasse schon bald ihr Maximum erreicht. *Tanacetum alpinum* ist in der Kulmination etwa 14 Tage voraus, wogegen der ungünstige Standort die Entwicklung von *Gnaphalium supinum* verzögert. Gleichzeitig mit der maximalen Entfaltung der oberirdischen Organe setzt die Verschiebung der Reservestoffe in die Wurzel ein, so daß das Gewicht der unterirdischen Anteile zunimmt und die Kurve wieder absinkt. Grundsätzlich ähnlich verläuft der Prozeß bei *Carex curvula*, wobei durch den Bauplan bedingt, die oberirdische Biomasse 2- bis max. 5mal größer als die unterirdische ist.

3. Morphologische und anatomische Veränderungen

Besonderes Augenmerk wurde hier der Bildung der neuen Wurzeln von *Carex curvula* geschenkt (Abb. 3). Am Beginn der Vegetationsperiode waren die Spitzen der vorjährigen, ca. 10 cm langen Wurzeln bereits in Verwesung, die neuen Wurzeln bereits zahlreich, aber noch kurz (2 cm). Im Hochsommer waren die Altwurzeln bis auf Reste verwest, die neue Bewurzelung aber immer noch überraschend kurz. Erst Anfang September hatten die Stöcke ein dichtes Wurzelwerk von stattlicher Länge (15 cm) ausgebildet. Aus den jeweils angefertigten Querschnitten ist ersichtlich, daß in den vorjährigen Wurzeln im Frühsommer das Rindenparenchym weitgehend abgebaut war, so daß der Zentralzylinder stets aus dem Schnitt herausfiel. Von der Rhizodermis waren nur noch spärliche Reste vorhanden (Abb. 3c). Die neue

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

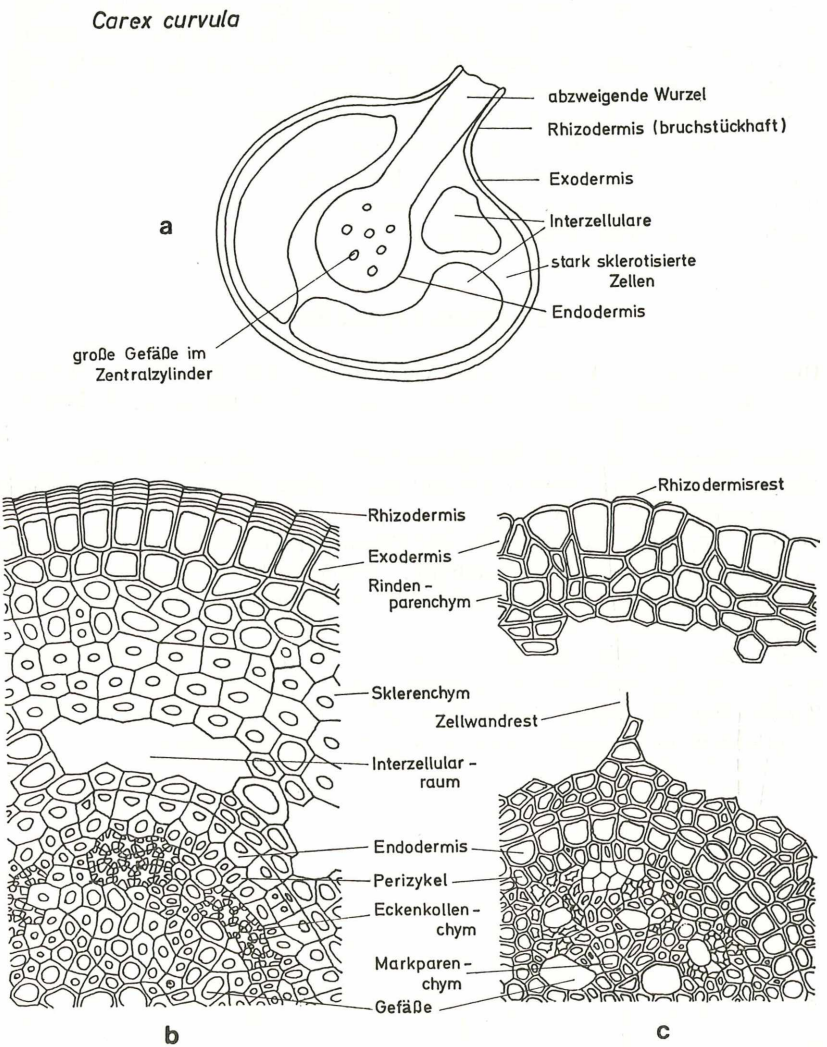

Abb. 3. Querschnitte durch Wurzeln von *Carex curvula*.
a Übersicht; b junge Wurzel mit kleinen Interzellularräumen und intakter Rhizodermis; c alte (vorjährige) Wurzeln mit von der Rinde abgelöstem Zentralzylinder Rhizodermis nur noch in Resten vorhanden.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

junge Wurzel hingegen (Abb. 3b) zeigt im Querschnitt eine kräftige Rhizodermis, eine großlumige Endodermis und dickwandiges Rindenparenchym. Nahe dem Zentralzylinder finden sich bereits Interzellularräume (Gänge), die sich bis zum Herbst stetig vergrößern und schließlich einen zusammenhängenden Hohlzylinder bilden. Ähnlich wie bei *Carex curcula* scheint die Wurzelentwicklung auch bei *Salix herbacea* zu verlaufen. Anlage und Entwicklung von Blatt- und Blütenknospen gehen bei allen vier untersuchten Pflanzen normal vonstatten. Darüber wird später noch genauer berichtet werden.

Literaturverzeichnis

Braun-Blanquet, J., 1913: Die Vegetationsverhältnisse in der Schneestufe der Rhätisch-Lepontischen Alpen. — Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. Bd. 48.

Ellenberg, H., ed. 1973: Ökosystemforschung. — Springer Verlag.

Lieth, H., ed. 1974: Phenology and Seasonality Modeling. — Ecological Studies 8, Springer Verlag.

Schmid, E., 1963: Die Erfassung der Vegetationseinheiten mit floristischen und epimorphologischen Analysen. — Ber. Schweiz. Bot. Ges. Bd. 73.

— 1965: Prinzipien der genetischen Phytozönologie. — Ber. Schw. Bot. Ges. Bd. 75.

Schnelle, R., 1955: Pflanzen-Phänologie. — Leipzig, Akad. Verlagsges.

Schroeter, C., 1932: Das Pflanzenleben der Alpen. — Zürich.

Zachhuber, K., 1969: Vegetationsablauf und Blütenbildung bei Nivalpflanzen. — Hausarbeit Inst. f. Allg. Botanik, Innsbruck.